

F D1128
HGB
10830-082001

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

#4
10 Jun 02
R. Tallis

JC986 U.S. PTO
10/008448
12/07/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月21日

出願番号

Application Number:

特願2000-389178

出願人

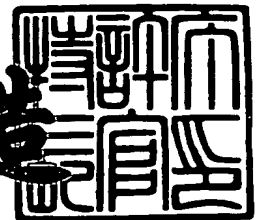
Applicant(s):

安藤電気株式会社

2001年 8月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3080399

【書類名】 特許願

【整理番号】 S00-11-6

【提出日】 平成12年12月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社
内

【氏名】 浅見 圭助

【特許出願人】

【識別番号】 000117744

【氏名又は名称】 安藤電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090033

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 博司

【選任した代理人】

【識別番号】 100093045

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 良男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 027188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長可変光源

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体レーザの片方の端面に反射防止膜を施し、反射防止膜を施した側の端面から出射した光をレンズにより平行光にし、回折格子とミラーからなる波長選択部により所望の波長を選択し、選択した光を再び前記半導体レーザに帰還させることでレーザ発振する波長可変光源において、

波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置に前記ミラーの回転中心を設け、前記回転中心に回転軸を有するモータにより前記ミラーをダイレクトドライブ方式で回転駆動することを特徴とする波長可変光源。

【請求項 2】

前記半導体レーザと前記回折格子との間に、前記波長選択部で波長選択された光の一部を取り出すための光分岐素子を設け、この光分岐素子によって取り出された光を出力光とすることを特徴とする請求項 1 記載の波長可変光源。

【請求項 3】

前記モータの回転軸に結合され、先端部に前記ミラーが取り付けられた回転アームと、

前記回転アームの回転量を検出する回転量検出手段とを備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源。

【請求項 4】

前記モータはエンコーダ付きのサーボモータであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源。

【請求項 5】

前記モータは、予め設定された回転範囲のみにトルクを有するボイスコイルモータであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源。

【請求項 6】

前記回転量検出手段からの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すことを特徴とする請求項 3 記載の波長可変光源。

【請求項 7】

前記エンコーダからの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すことを特徴とする請求項 4 記載の波長可変光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光コヒーレント通信・計測技術分野等で使用される波長可変光源に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の波長可変光源について、図 6 を参照しながら説明する。

図 6 において、1 は半導体レーザ（以下、半導体レーザを LD と略称する。）
、2 は回折格子、3 はミラー、5、6、7 はレンズ、8 は光アイソレータ、11 は光ファイバ、21 はモータである。

LD 1 の片方の端面 1 a（回折格子 2 側の端面）には、LD 両端面でのファブリペロ共振を避けるため、反射防止膜が施されている。この反射防止膜が施された端面 1 a からの出射光は、レンズ 6 により平行光に変換されて回折格子 2 に入射する。そして、回折格子 2 に入射した光のうち、回折格子 2 とミラー 3 からなる波長選択部で波長選択された光のみが、再び LD 1 に帰還する。即ち、LD 1 の端面 1 b とミラー 3 により外部共振器が構成されて、波長選択部により選択された波長でレーザ発振するようになっている。

一方、LD 1 のもう一方の端面 1 b からの出射光は、レンズ 5 により平行光に変換された後、光アイソレータ 8 を通過し、その後、レンズ 7 により集光されて光ファイバ 11 により出力光として取り出される。この波長可変光源では、ミラー 3 そのものをモータ 21 で回転させることによって、波長選択部で選択される波長、つまり、レーザ発振させる波長が変化する。

しかしながら、図 6 に示す波長可変光源では、波長可変に際してモードホップ（共振器の縦モードが隣接する縦モードに飛び移ることによって生じる瞬間的な波長の飛び）が発生してしまい、連続的な波長掃引ができなかった。そのため、

例えば波長損失特性など、波長に関する各種特性を測定するのに時間がかかるといった問題点があった。

【 0 0 0 3 】

このような問題点を解消する波長可変光源として、例えば、図 7 及び図 8 に示すリットマン配置の波長可変光源が知られている。この波長可変光源では、ミラー 3 の回転中心を特定のポイント（ミラー 3 を回転させて選択波長を変化させたときに、縦モード次数が変化しないように選択波長に対応して共振器長が変化する位置）に配置することによって、モードホップの発生を抑止するようになっている。このリットマン配置の波長可変光源においては、波長可変分解能を高めるために、上記特定のポイントに回転中心を有する回転アーム 2 2 にミラー 3 を取り付けて、ミラー 3 の回転中心から数 1 0 ～ 1 0 0 mm 程度離れた位置（回転アーム 2 2 の先端部）を直動モータ 2 3 で押す方式が一般的であった。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 7 や図 8 に示すリットマン配置の波長可変光源では、直動モータ 2 3 内部に使用されるネジやギヤで発生するバックラッシュやスティックスリップなどによって、モータ部の回転軸は回転していても肝心のミラー 3 が回転しなかったり、繰り返しの再現性が悪いなどの問題点があった。

さらに、直動モータ 2 3 のモータ部にステッピングモータを使用した場合には、原理上、基本ステップ毎にトルクムラや速度ムラ（図 3（b）参照）が発生し、波長掃引中の波長（位置）情報の割り出しが困難であった。

近年の光通信分野では高密度波長多重伝送（DWDM）方式の普及に伴い、各種光学部品の波長損失特性などをより短時間でかつ正確に測定する必要性が高まってきており、波長掃引中のこうした僅かなトルクムラや速度ムラによる波長精度や再現性の悪さが問題となりつつある。

【 0 0 0 5 】

本発明の課題は、波長可変光源において、波長損失特性などの波長に関する各種特性を短時間でかつ正確に測定できるようにすることである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、

請求項 1 記載の発明は、例えば、図 1 に示すように、

半導体レーザ 1 の片方の端面 1 a に反射防止膜を施し、反射防止膜を施した側の端面から出射した光をレンズ 6 により平行光にし、回折格子 2 とミラー 3 からなる波長選択部により所望の波長を選択し、選択した光を再び前記半導体レーザに帰還させることでレーザ発振する波長可変光源 1 0 において、

波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置 P 0 に前記ミラーの回転中心を設け、前記回転中心に回転軸 4 a を有するモータ 4 により前記ミラーをダイレクトドライブ方式で回転駆動することを特徴とする。

【0 0 0 7】

請求項 1 記載の発明によれば、波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置にミラーの回転中心を設け、その回転中心に回転軸を有するモータによりミラーをダイレクトドライブ方式で回転駆動するようにしたので、波長可変に際してバックラッシュやスティックスリップなどの発生を防止でき、波長精度や再現性を高めることができる。また、広い帯域にわたりモードホップの発生を防止でき、光出力の変動の少ない連続的な波長掃引が可能になる。

従って、波長損失特性などの波長に関する各種特性を短時間でかつ正確に測定可能となる。

ここで、波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置としては、リットマン配置で採用される回転中心が代表的であるが、これ以外の回転中心（例えば、測定データ等から導き出される回転中心など）であってもよい。つまり、ミラーを回転させて選択波長を変化させたときに、縦モード次数が変化しないように選択波長に対応して共振器長が変化する位置であれば、どの位置であってもよい。

【0 0 0 8】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の波長可変光源において、

例えば、図 5 に示すように、

半導体レーザ 1 と回折格子 2 との間に、前記波長選択部で波長選択された光の一部を取り出すための光分岐素子（例えば、ビームスプリッタ 1 3 など）を設け

、この光分岐素子によって取り出された光を出力光とすることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 記載の発明によれば、波長選択部で波長選択された光の一部を光分岐素子により取り出して出力光としたので、出力光に含まれる、半導体レーザからの自然放出光成分を減少させることができる。即ち、自然放出光の極めて少ない純粋な波長を出力光として取り出すことができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源において、

例えば、図 4 に示すように、

モータ 4 の回転軸 4 a に結合され、先端部にミラー 3 が取り付けられた回転アーム 9 と、

前記回転アームの回転量を検出する回転量検出手段（例えば、光学式エンコーダ 1 6 など）とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 記載の発明によれば、回転量検出手段による検出結果に基づいて回転アームの回転量を制御できる。

従って、回転アームを正確に位置制御でき、波長可変に際して波長精度や再現性を高めることができる。

なお、回転アームの回転量を検出する部位は、回転アームの先端部であることが望ましい。これによって、回転量検出手段の分解能を高めることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源において、

例えば、図 2 に示すように、

モータ 4 はエンコーダ 4 b 付きのサーボモータであることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 記載の発明によれば、モータをエンコーダ付きのサーボモータで構成するようにしたので、波長掃引中にトルクムラや速度ムラなどが発生し難くなり、波長精度や再現性を高めることができる。

なお、エンコーダは高分解能であるレーザエンコーダであることが望ましい。

これによって、エンコーダによる位置検出精度を高めることができ、ミラーをダイレクトドライブ方式で回転駆動する場合においても、容易に所望の波長可変分解能を得ることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の波長可変光源において、モータ 4 は、予め設定された回転範囲のみにトルクを有するボイスコイルモータであることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 記載の発明によれば、予め設定された回転範囲、つまり、波長可変のために必要とされる回転範囲のみにトルクを有するボイスコイルモータによってモータが構成されるので、モータが安価で高トルク、しかも薄型になる。

また、回転アームを正確に位置制御でき、ミラーをダイレクトドライブ方式で回転駆動する場合においても容易に所望の波長可変分解能を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 6 記載の発明は、請求項 3 記載の波長可変光源において、前記回転量検出手段からの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 6 記載の発明によれば、回転量検出手段からの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すようにしたので、波長掃引中の波長情報の割り出しに時間がかからなくなる。従って、波長に関する光学部品の各種特性を短時間で測定できる。

【 0 0 1 8 】

請求項 7 記載の発明は、請求項 4 記載の波長可変光源において、エンコーダ 4 b からの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 記載の発明によれば、エンコーダからの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すようにしたので、波長掃引中の波長情報の割り出しに

時間がかからなくなる。従って、波長に関する光学部品の各種特性を短時間で測定できる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図5の図面を参照しながら説明する。

【0021】

[第1の実施の形態]

図1は本発明を適用した第1の実施の形態の波長可変光源の概略構成を示す図である。

この実施の形態の波長可変光源10は、LD1、回折格子2、ミラー3、モータ4、レンズ5、6、7、光アイソレータ8、回転アーム9等により構成されている。そして、LD1の片方の端面1a（回折格子2側の端面）には、反射防止膜が施されている。

【0022】

図1の波長可変光源10において、LD1の端面1aからの出射光は、レンズ6により平行光に変換されて回折格子2に入射する。そして、回折格子2に入射した光のうち、回折格子2とミラー3からなる波長選択部で波長選択された光のみが、再びLD1に帰還する。即ち、LD1の端面1bとミラー3により外部共振器が構成されて、波長選択部により選択された波長でレーザ発振するようになっている。

一方、LD1のもう一方の端面1bからの出射光は、レンズ5により平行光に変換された後、光アイソレータ8を通過し、その後、レンズ7により集光されて光ファイバ11により出力光として取り出される。

【0023】

また、図1の波長可変光源10には、回転アーム9とモータ4からなる回転機構が設けられていて、この回転機構によるミラー3の回転により波長掃引が可能となっている。

ここで、ミラー3の回転中心は、回折格子2に対するLD1の端面1bの光学

的位置 P 1（レンズ 6 及び L D 1 の光軸方向の長さを空気換算した場合の、回折格子 2 に対する端面 1 b の位置）を起点にして光軸に対し垂直に延ばした線分 L 1 と、回折格子 2 の回折面を延長した線分 L 2 とが交わる点 P 0 に一致している。また、ミラー 3 は、その反射面を延長した線分 L 3 が点 P 0 を通過する方向に向けられている。

このようなミラー 3、回折格子 2 及び L D 1 の配置はリットマン配置と呼ばれ、このリットマン配置によれば、広い帯域にわたりモードホップの発生を防止でき、光出力の変動の少ない連続的な波長掃引が可能となっている。即ち、波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置にミラー 3 の回転中心が設けられている。

図 2 に示すように、モータ 4 は、高分解能のレーザエンコーダを備えるサーボモータによって構成されている。また、図 1 に示すように、モータ 4 の回転軸 4 a は前記点 P 0 に配置され、回転軸 4 a には回転アーム 9 の基端部が結合されている。回転アーム 9 の先端部にはミラー 3 が取り付けられ、回転軸 4 a の回転に伴い、ミラー 3 及び回転アーム 9 が回転軸 4 a と一体となって回転するようになっている。即ち、モータ 4 がミラー 3 をダイレクトドライブ方式で回転駆動するようになっている。

【 0 0 2 4 】

また、モータ 4 には図示省略の制御部が電氣的に接続されている。制御部はエンコーダ 4 b からの出力信号に基づいてモータ 4 をフィードバック制御すると共に、エンコーダ 4 b からの出力信号に基づいて波長掃引中の波長情報（現在波長）を割り出すようになっている。そのため、図 3 に示すように、ステッピングモータの場合に発生していた波長掃引中のトルクムラや速度ムラなどを防止でき、波長掃引中の波長情報の割り出しにも時間がかからなくなる。

【 0 0 2 5 】

つまり、この実施の形態の波長可変光源によれば、波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置にミラー 3 の回転中心を設け、その回転中心に回転軸 4 a を有するモータ 4 によりミラー 3 をダイレクトドライブ方式で回転駆動するようにしたので、波長可変に際してバックラッシュやスティックスリップなどの発生

を防止でき、波長精度や再現性を高めることができる。また、広い帯域にわたりモードホップの発生を防止でき、光出力の変動の少ない連続的な波長掃引が可能になる。

従って、波長損失特性などの波長に関する各種特性を短時間でかつ正確に測定できる。

【0026】

また、モータ4をエンコーダ4b付きのサーボモータで構成するようにしたので、波長掃引中にトルクムラや速度ムラなどが発生し難くなり、波長精度や再現性を高めることができる。そして、エンコーダ4bをレーザエンコーダとしたので、容易に所望の波長可変分解能を得ることができる。

また、エンコーダ4bからの出力信号に基づいて、波長掃引中の波長情報を割り出すようにしたので、波長掃引中の波長情報の割り出しに時間がかからなくなる。従って、波長に関する光学部品の各種特性を短時間で測定できる。

【0027】

なお、本発明はこの実施の形態の波長可変光源10に限られるものではなく、これ以外にも種々のバリエーションが有り得る。例えば、この実施の形態では、モータ4をサーボモータにより構成するようにしたが、例えば、予め設定された範囲のみにトルクを有するのボイスコイルモータ（例えば、回転自在に保持されたアームの一端にボイスコイルが配置されて、ボイスコイルに電流を送ることでアームが揺動運動するように構成されたスイング式ボイスコイルモータなど）により構成することも可能である。この場合にも、サーボモータの場合と同様に、回転アーム9を正確に位置制御でき、容易に所望の波長可変分解能を得ることができる。

【0028】

また、この第1の実施の形態では、エンコーダ4a付きのモータ4を例示したが、エンコーダ無しのモータであってもよく、その場合には、ミラー3又は回転アーム9の回転量を検出する回転量検出手段（外部エンコーダ）を備えることが望ましい。回転量検出手段には、透過型或いは反射型の光学式エンコーダを用いることができる。例えば、図4に示すように、反射型の光学式エンコーダ16を

用いる場合には、回転アーム 9 の先端部に光学スケール 1 6 b を配置し、この光学スケール 1 6 b と対向する位置に本体部 1 6 a を配置する。本体部 1 6 a には、光学スケール 1 6 b に向けて光を照射する発光素子、光学スケール 1 6 b から出力される A 相・B 相の回転信号を検出する受光素子等を設ける。そして、各受光素子によって検出された A 相・B 相の回転信号に基づいて、光学スケール 1 6 b と本体部 1 6 a との相対移動変位量及び移動方向を検出する。このように回転量検出手段を備えることで、回転アーム 9 を正確に位置制御でき、波長可変に際して波長精度や再現性を高めることができる。また、回転アーム 9 の先端部に光学スケール 4 b を配置することによって、回転量検出手段の分解能を高めることができる。

【 0 0 2 9 】

〔第 2 の実施の形態〕

図 5 は本発明を適用した第 2 の実施の形態の波長可変光源の概略構成を示す図である。この第 2 の実施の形態特有の部分以外は、上記第 1 の実施の形態におけると同様である。第 2 の実施の形態において、上記第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、第 2 の実施の形態の波長可変光源 1 0 A は、回折格子 2 と LD 1 との間に光分岐素子として例示するビームスプリッタ 1 3 を備えている。即ち、波長選択部で波長選択された光はビームスプリッタ 1 3 で 2 分岐して、一方の光が LD 1 に帰還する一方、他方の光が光アイソレータ 1 4 を通過して、レンズ 1 5 により集光された後、光ファイバ 1 2 により出力光として取り出される。

従って、この第 2 の実施の形態の波長可変光源 1 0 A によれば、LD 1 からの自然放出光成分の極めて少ない純粋な波長を出力光として取り出すことができる。

【 0 0 3 1 】

なお、この第 2 の実施の形態においては、光分岐素子としてビームスプリッタ 1 3 を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、回折格子 2 から L

D 1 に帰還する回折光を分岐して、該分岐した一方の光を出力光として取り出すことが可能であればどのようなものであってもよい。

その他、具体的な細部構造等についても本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜に変更可能であることは勿論である。

【 0 0 3 2 】

【発明の効果】

請求項 1 記載の発明によれば、波長可変に際してバックラッシュやスティックスリップなどの発生を防止でき、波長精度や再現性を高めることができる。また、広い帯域にわたりモードホップの発生を防止でき、光出力の変動の少ない連続的な波長掃引が可能になる。

従って、波長損失特性などの波長に関する各種特性を短時間でかつ正確に測定できる。

請求項 2 記載の発明によれば、半導体レーザからの自然放出光成分が極めて少ない純粋な単一スペクトラム光を出力光として取り出すことができる。

請求項 3 記載の発明によれば、回転アームを正確に位置制御でき、波長可変に際して波長精度や再現性を高めることができる。

請求項 4 記載の発明によれば、波長掃引中にトルクムラや速度ムラなどが発生し難くなり、波長精度や再現性を高めることができる。

請求項 5 記載の発明によれば、モータが安価で高トルク、しかも薄型になる。

請求項 6 及び 7 記載の発明によれば、波長掃引中の波長情報の割り出しに時間がかからなくなる。従って、波長に関する光学部品の各種特性を短時間で測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用した第 1 の実施の形態の波長可変光源の概略構成を示す図である。

【図 2】

図 1 の波長可変光源に備わるモータを示す斜視図である

【図 3】

サーボモータとステッピングモータの回転速度特性を比較した図である。

【図 4】

回転量検出手段の一構成例を示す斜視図である。

【図 5】

本発明を適用した第 2 の実施の形態の波長可変光源の概略構成を示す図である。

【図 6】

従来の波長可変光源の一構成例を示す図である。

【図 7】

リットマン配置の波長可変光源の一構成例を示す図である。

【図 8】

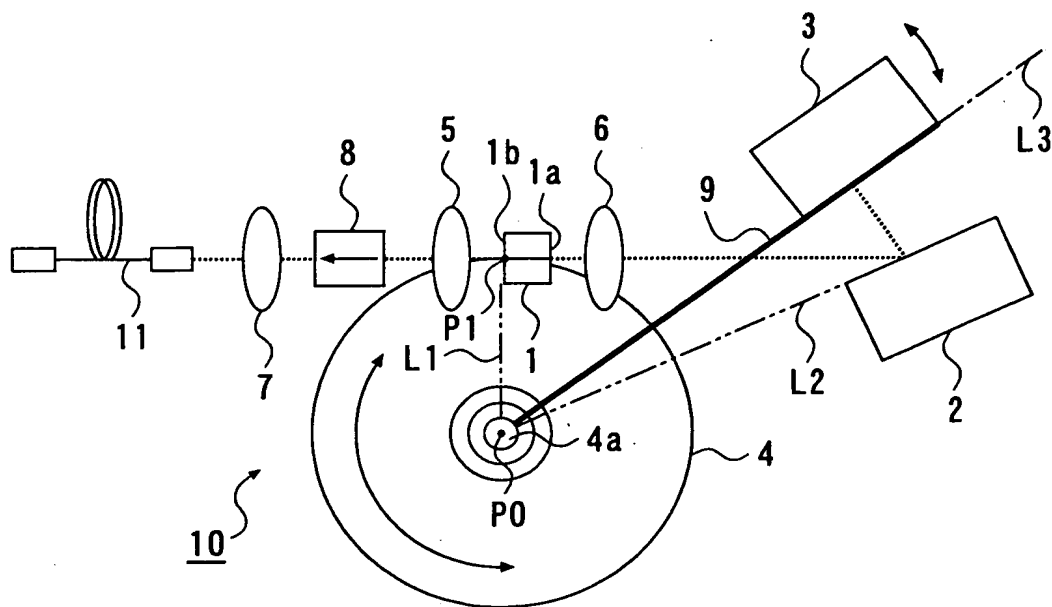
図 7 の波長可変光源の変形例を示す図である。

【符号の説明】

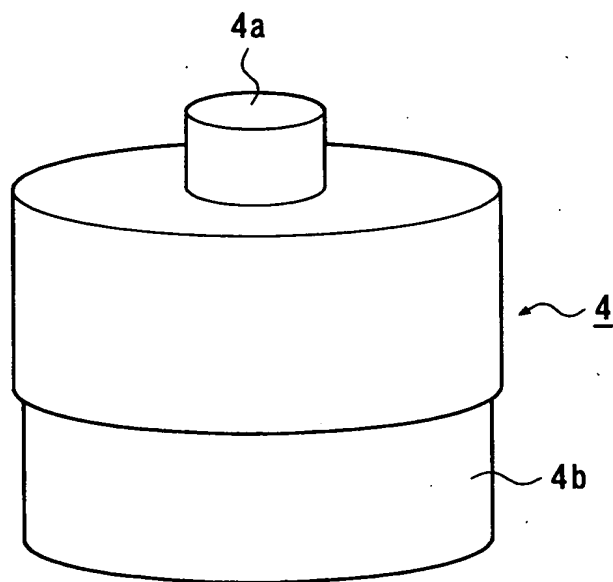
- 1 半導体レーザ
- 2 回折格子
- 3 ミラー
- 4 モータ
- 4 a 回転軸
- 4 b エンコーダ
- 5、6、7、15 レンズ
- 8、14 光アイソレータ
- 9 回転アーム
- 10、10A 波長可変光源
- 11、12 光ファイバ
- 13 ビームスプリッタ（光分岐素子）
- 16 光学式エンコーダ（回転量検出手段）

【書類名】 図面

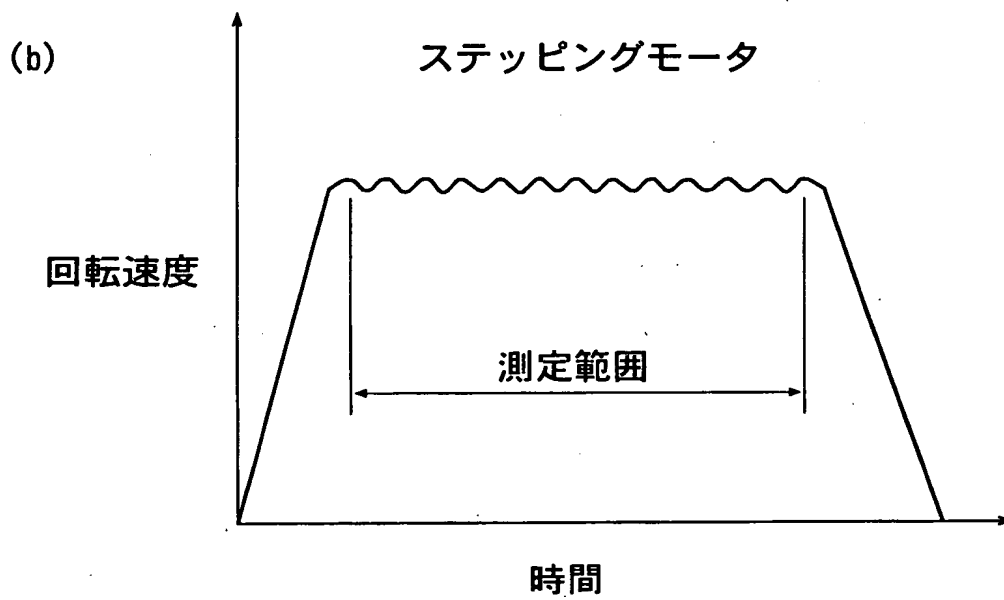
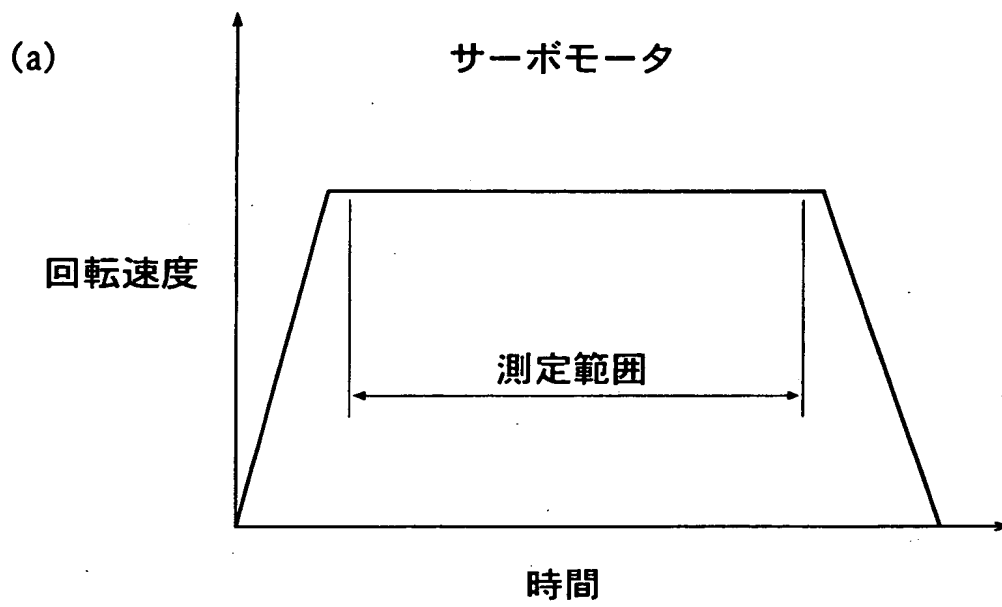
【図 1】



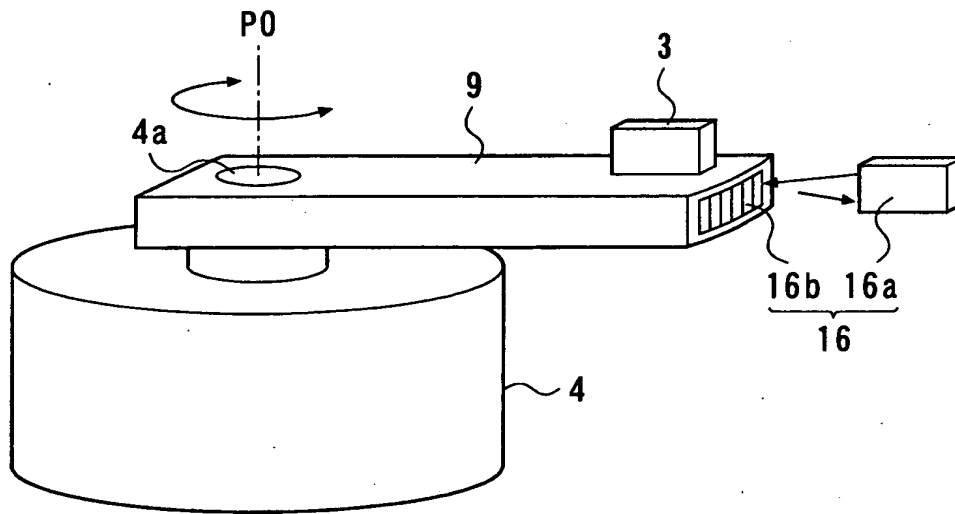
【図 2】



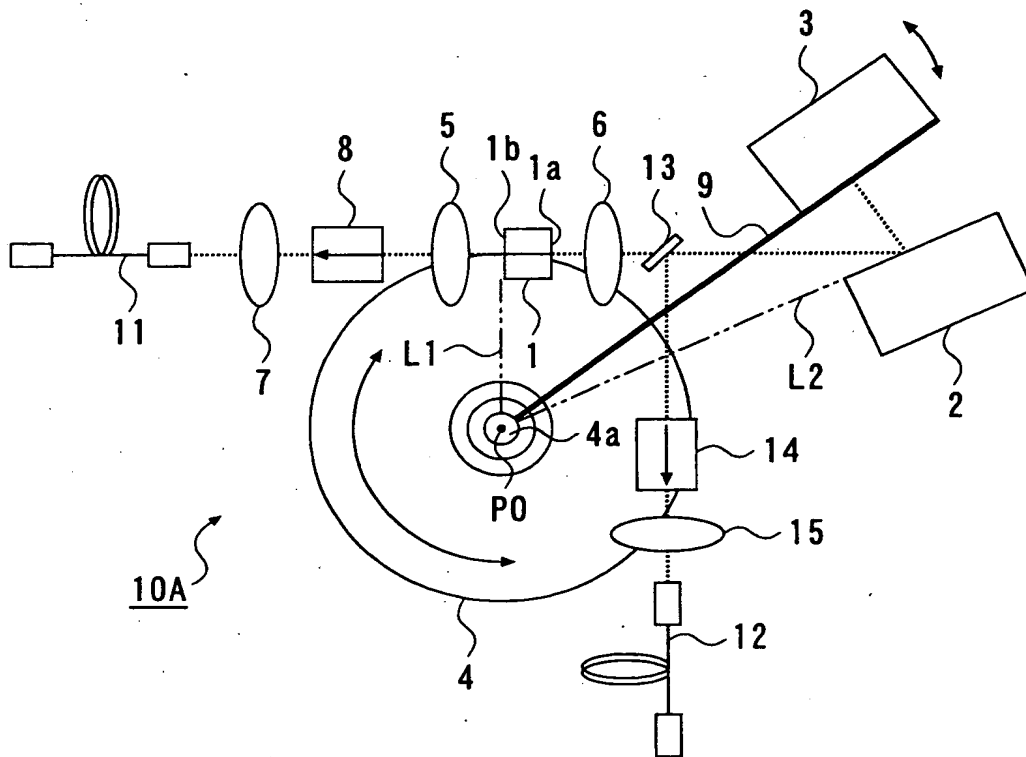
【図 3】



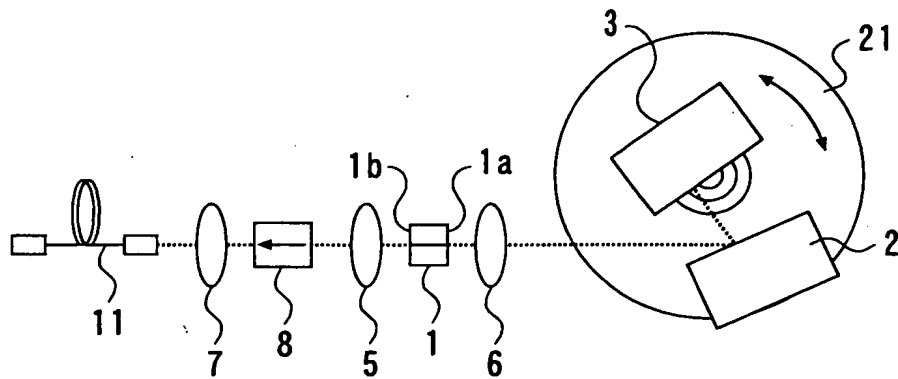
【図 4】



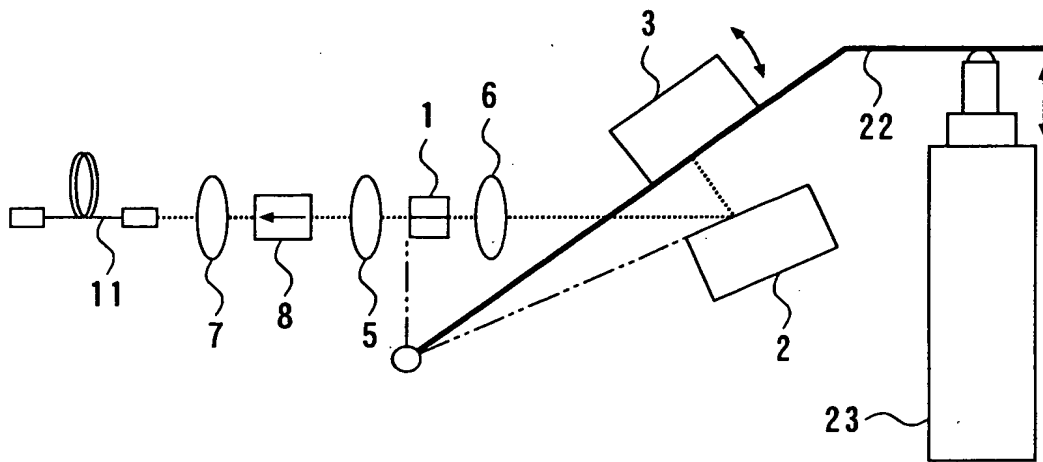
【図 5】



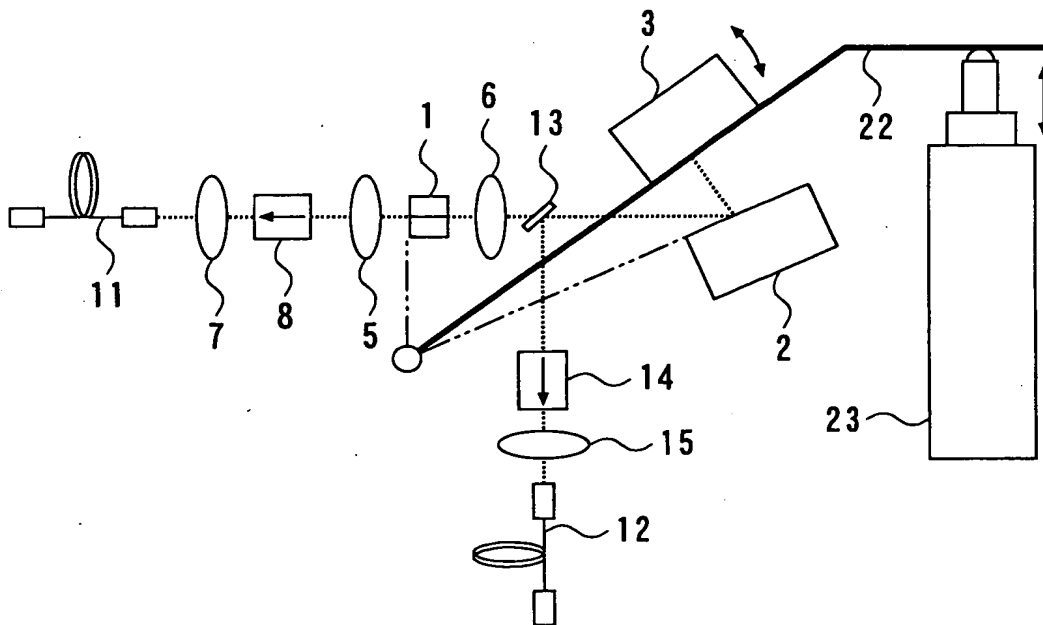
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長可変光源において、波長損失特性などの波長に関する各種特性を短時間でかつ正確に測定できるようにする。

【解決手段】 半導体レーザ 1 の片方の端面 1 a に反射防止膜を施し、反射防止膜を施した側の端面 1 a から出射した光をレンズ 6 により平行光にし、回折格子 2 とミラー 3 からなる波長選択部により所望の波長を選択し、選択した光を再び半導体レーザ 1 に帰還させることでレーザ発振する波長可変光源 1 0 である。波長可変に際してモードホップを抑止し得る位置 P 0 にミラー 3 の回転中心を設け、前記回転中心に回転軸 4 a を有するモータ 4 によりミラー 3 をダイレクトドライブ方式で回転駆動する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000117744]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区蒲田4丁目19番7号
氏 名 安藤電気株式会社
2. 変更年月日 2001年 4月13日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都大田区蒲田五丁目29番3号
氏 名 安藤電気株式会社